

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 12 JUL 2004	
WIPO	PCT

*EP04/3264*

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 14 683.0

**Anmeldetag:** 29. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** Gerlinde Bösl-Flierl,  
67663 Kaiserslautern/DE

**Bezeichnung:** Variable Ventilhubsteuerung für einen Verbren-  
nungsmotor mit untenliegender Nockenwelle

**IPC:** F 01 L, B 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Mai 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**BEST AVAILABLE COPY**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Hoß



- 1 -

Anmelderin:

Gerlinde Bösel-Flierl

Rauhweid 13

D-67663 Kaiserslautern

5

Variable Ventilhubsteuerung für einen Verbrennungsmotor mit  
untenliegender Nockenwelle

10

Die Erfindung betrifft eine variable Ventilhubsteuerung für einen  
Verbrennungsmotor mit untenliegender Nockenwelle nach dem Oberbe-  
griff des Patentanspruches 1.

15

Bekannt sind Verbrennungsmotoren mit untenliegender Nockenwelle und  
mit einem Ventiltrieb über Stoßelstangen als Diesel- und Ottomotoren.  
Bei diesen Motoren kann die Öffnungszeit beziehungsweise der  
Zeitpunkt des Schließens des Einlassventils nicht unabhängig von dem  
Schließpunkt des Auslassventils verändert werden, da die  
Öffnungszeiten des Einlass- und Auslassventils in einer Nockenwelle

20

fixiert sind und ein Phasenversteller auf der Nockenwelle immer beide  
Öffnungszeiten parallel gegenüber der Kurbelwelle verschiebt. Der  
Phasenversteller ist dabei zumindest auf der Einlassnockenwelle  
vorgesehen, um über das sogenannte frühe Einlassschließen die Last  
des Verbrennungsmotors verbrauchsoptimal zu steuern. Da bei Motoren  
mit einer untenliegenden Nockenwelle die Ein- und Auslassspreizungen

25

in der Nockenwelle fixiert sind, ist eine verbrauchs-, drehmoment- und emissionsoptimale Einstellung eines EinlassschlieÙzeitpunktes last- und drehzahlabhängig nicht möglich. Für Dieselmotoren ist es bekannt, über die abhängige Einstellung des Einlassventilhubes den Drall der Zylinderinnenströmung zu steuern, ohne einen separaten Drallkanal zu benutzen.

Aus der DE 100 36 373 A1 ist eine Hubventilsteuerung bekannt, bei der mittels der Drehbewegung von Stößel aufweisenden Steuerwellen oder Schubstangen bei Einzelventilen oder Ventilgruppen während des Betriebes der Kraftmaschine für eine drosselfreie Laststeuerung oder eine Zylinderabschaltung die Ventilhublänge stufenlos von einer maximalen Hublänge bis auf ein kontinuierliches Schließen eingestellt und stufenlos Phasenverschiebungen der Ventilbetätigung vorgenommen werden können, indem die Stößel selbst von Kipp- oder Schwinghebeln angetrieben werden und durch den Eingriff in weitere Kipp- oder Schwinghebel die Ventile entsprechend betätigen.

Aus der DE 1 751 690 und der DE 2 256 091 sind Ventilsteuerungseinrichtungen für Brennkraftmaschinen bekannt, die

den Ventilhub eines Ventils last- und drehzahlabhängig für Verbrennungsmotoren mit obenliegender Nockenwelle verändern und aus der DE 199 14 044 ist ein in einen Zylinder eines Ventiltriebs einer Brennkraftmaschine eingebauter und vom Nockenhub abschaltbarer Kipphebel bekannt, der mit seiner Achse in einem Langloch eines Lagerbocks längsbeweglich geführt und über Sperrelemente mit dem

Lagerbock verbunden ist, bzw. zur Erzielung eines Nullhubes eines Ventils über diese Sperrelemente vom Lagerbock getrennt wird.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ventilhubsteuerung für  
5 Verbrennungsmotoren mit untenliegender Nockenwelle zu schaffen, mit  
der der Ventilhub mindestens eines Einlass- und/oder Auslassventils  
last- und drehzahlabhängig eingeregelt werden kann, gleichzeitig mit  
dem Ventilhub gekoppelt auch die Öffnungszeit des Ventils eingeregelt  
wird und zusätzlich durch die Einstellung eines Nullhubes der Ventile  
10 einzelne Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine stillgelegt werden  
können, um den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale im Kennzeichen des  
Patentanspruchs 1, indem eine untenliegende Nockenwelle mittels einer  
15 Stößelstange über ein hydraulisches Ventilspielausgleichselement einen  
Kipphebel antreibt, der eine Kurvenkontur aufweist, die auf einer Rolle  
eines Zwischenhebels abläuft, der mittels zweier auf einer Achse  
angeordneter Rollen in fest mit einem Zylinderkopf verbundenen  
~~Kulissen bewegbar ist, wobei der Zwischenhebel sich mit einer~~

20 Eingriffsfläche an einer in einem Gehäuse geführten Verstellleiste  
abstützt und mit einer Arbeitskurve auf einer Rolle eines Schlepphebels  
abrollt und wobei der Schlepphebel mit jeweils endseitig vorgesehenen  
Eingriffsflächen auf ein hydraulisches Ausgleichselement und ein Ventil  
eines Verbrennungsmotors einwirkt.

Vorteilhaft ist vorgesehen, dass mittels einer Verschiebung der Verstellleiste der Bereich der Arbeitskurve des Zwischenhebels eingestellt wird, der mit der Rolle des Schlepphebels bei einer Umdrehung der Nockenwelle zum Einsatz kommt. Damit wird ein Ventilhub und abhängig davon die Öffnungszeit des Einlass- und Auslassventils eingestellt.

Dadurch, dass unter anderem die Arbeitskurve des Zwischenhebels die Öffnungscharakteristik des Ventils festlegt, ist die Arbeitskurve insbesondere aus mehreren Einzelbereichen aufgebaut, derart, dass ein erster Bereich einen Nullhub, der durch einen Kreisbogen um den Mittelpunkt der Rolle des Zwischenhebels definiert ist, festlegt, daran anschließend ein zweiter Bereich, der die Öffnungsrampe definiert und daran anschließend ein Teilhubbereich und ein Vollhubbereich, wobei die Einzelbereiche durch Übergangsradien miteinander verbunden sind und über den gesamten Kurvenbereich eine Spline gelegt wird, um die Kurvenbereiche ruckfrei miteinander zu verbinden.

~~Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass durch eine Erhebung der~~

Nockenwelle, durch die Kurvenkontur des Kipphebels und durch die Arbeitskurve des Zwischenhebels die Öffnungscharakteristik des Ventils festlegbar ist.

Eine bevorzugte Ausführungsformen wird darin gesehen, dass die Arbeitskurve, die bisher in bekannter Weise auf dem Zwischenhebel

angeordnet war, jetzt auf dem Schlepphebel angeordnet ist und die bisherige Rolle des Schlepphebels Bestandteil des Zwischenhebels ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist der Kipphebel eine zusätzliche Rolle auf, die in direkter Verbindung mit der an der Kulisse ablaufenden Rolle des Zwischenhebels steht.

Ein ebenso vorteilhafte Ausführungsform wird darin gesehen, dass der Zwischenhebel axial durch eine Schenkelfeder oder durch eine Kulisse mit einer seitlichen Anlage geführt wird.

Eine bevorzugte Weiterbildung wird darin gesehen, dass sich der Zwischenhebel mit einer kreisförmigen Kontur an der Verstellleiste abstützt, wobei diese Kontur sich auch auf einer gleit- oder wälzgelagerten Rolle abstützen kann.

Eine weitere ebenso vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass die Verstellleiste eine Kontaktkontur, beispielsweise kreisbogenförmig, konkav, aufsteigend und abfallend aufweist, da über die Form der Kontaktkontur der Verstellleiste unter anderem auch das Beschleunigungsverhalten des Ventils der Verbrennungskraftmaschine beeinflusst wird.

Bei einer Ausführungsform einer Verbrennungskraftmaschine mit mehreren Einlass- und Auslassventilen werden die Ventile mit unterschiedlichen Ventilhuben und damit gekoppelt unterschiedlichen Öffnungszeiten dadurch geregelt, dass durch mehrere Verstellleisten, die durch individuelle Aktuatoren regelbar sind, der entsprechende

Sollwert, durch ein prozessgesteuertes Kennfeld oder durch ein programmgesteuertes Modell errechnet wird oder die Regelung des Ventilhubes erfolgt durch mehrere Exenterwellen.

5 Ein großer Vorteil dieser variablen Ventilhubsteuerung von Dieselmotoren besteht darin, dass durch eine individuelle Regelung des Ventilhubes von beispielsweise zwei Einlassventilen der Drall der Zylinderinnenströmung geregelt werden kann und bei Ottomotoren besteht der große Vorteil darin, dass beispielsweise bei zwei  
10 Einlassventilen die Zylinderinnenströmung so eingeregelt werden kann, dass die Kombination mit einem Kraftstoffeinspritzventil, das den Kraftstoff direkt in den Brennraum einspritzt, in weiten Betriebsbereichen ermöglicht wird. Die Kombination eines direkt einspritzenden Einlasskraftstoffventils mit einem Ventiltrieb mit  
15 untenliegender Nockenwelle eröffnet neue Möglichkeiten in der Anordnung des Kraftstoffeinspritzventils im Brennraum, da eine Einschränkung durch eine obenliegende Nockenwelle nicht vorhanden ist.

20 Vorteilhafte Varianten der Ausführungsformen werden darin gesehen, dass entweder das Ausgleichselement entfällt, oder dass nur ein Ventilspielausgleichselement eingesetzt wird.

Zudem kann auch bevorzugt vorgesehen sein, dass der Zwischenhebel aus Aluminium oder einer Titanlegierung ausgebildet ist.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen werden darin gesehen, dass entweder alle Rollen wälzgelagert sind, oder dass die Rollen wälz- und gleitgelagert sind und dass der Kipphebel wälz- oder gleitgelagert ist.

5 Wesentlich ist an der neuen variablen Ventilhubsteuerung für einen Verbrennungsmotor mit untenliegender Nockenwelle, dass dadurch der Ventilhub eines oder mehrerer Einlass- und/oder Auslassventile last- und drehzahlabhängig eingeregelt werden kann, dass gleichzeitig mit dem Ventilhub gekoppelt auch die Öffnungszeit der Ventile eingeregelt  
10 wird und dass zusätzlich durch die Einstellung eines Nullhubs der Ventile einzelne Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine stillgelegt werden können. Auf diese Weise wird erreicht, dass der Kraftstoffverbrauch reduziert wird.

15 Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten, in Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

20 Fig.1 eine Öffnungscharakteristik eines Ventils;

Fig.2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Ventilsteuerung;

Fig.3 das erste Ausführungsbeispiel in Seitenansicht;



Fig.4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Ventilsteuerung;

Fig.5 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Ventilsteuerung.

5 Bei einem Ventiltrieb, bei dem mit dem Ventilhub auch die Öffnungszeit verändert wird, kann gemäß Figur 1 auch die Überschneidung und der EinlassschlieÙzeitpunkt last- und drehzahlabhängig eingeregelt werden. Insbesondere ist es möglich, im Leerlauf die Überschneidung zu minimieren, um die Leerlaufqualität zu verbessern, im Teillastbereich die Überschneidung und damit den Restgasanteil durch den Ventilhub zu steuern und an der Volllast durch eine Steuerung des Einlassschlusses das Drehmoment und die Leistung zu verbessern. Dies erfolgt durch das in Figur 2 dargestellte erste Ausführungsbeispiel einer Ventilhubsteuerung mit dem in Figur 1 dargestellten unterschiedliche  
10 Charakteristiken a,b,c und d. Da bei dem neuen, erfindungsgemäÙen Ventiltrieb nicht mehr auf einen Kompromiss zwischen Leerlaufqualität und maximaler Leistung Rücksicht genommen werden muss, wie dies bei fixierten

Überschneidungen bzw. fixierten Steuerzeiten der Fall ist, kann bei  
20 hoher Drehzahl auch ein Ventilhub mit einer Öffnungszeit gefahren werden, der bis jetzt bei Sportmotoren üblich war, die auf jede Leerlaufqualität verzichten konnten.

Die Effektivität der erfindungsgemäÙen technischen Lösung wird im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch durch einen zusätzlichen  
25 Phasenschieber auf der Nockenwelle verbessert, durch den im

Teillastbereich der Kraftstoffverbrauch durch ein frühes Einlassschließen im drosselfreien Lastbetrieb zusätzlich verbessert wird. Mit einem Phasenschieber auf der Nockenwelle kann bei kaltem Motor und bei kaltem Katalysator die Auslassspreizung bzw. der Öffnungszeitpunkt des Auslassventils so verschoben werden, dass energiereiches Abgas in den Katalysator strömt und den Katalysator schneller aufheizt.

Ein erstes Ausführungsbeispiel eines Ventiltriebes mit variablem Ventilhub und einer in Abhängigkeit vom Ventilhub angepassten Öffnungsdauer zeigt Figur 2. Eine untenliegende Nockenwelle 1 treibt über eine Stößelstange 3 und über ein hydraulisches Ventilspielausgleichselement 2 einen Kipphebel 4 an. Der Kipphebel 4 weist eine Kurvenkontur 14 auf, die auf einer Rolle 13 eines Zwischenhebels 9 abläuft. Der Zwischenhebel 9 ist dabei auf einer Achse 18 gelagert. Am Ende der Achse 18 (Figur 3) sind zwei Rollen 15 angeordnet. Die Rollen 15 laufen dabei in Kulissen 10 ab, die fest mit einem Zylinderkopf verbunden sind. Der Zwischenhebel 9 stützt sich an einer Verstellleiste 11 ab, die in einem Gehäuse geführt wird und rollt mit einer Arbeitskurve 16 auf einer Rolle 8 eines Schlepphebels 7 ab.

der an einem Gehäuse gelagert ist. Der Schlepphebel 7 stützt sich auf einem hydraulischen Ausgleichselement 6 und einem Ventil 5 eines Verbrennungsmotors ab. Durch eine Verschiebung der Verstellleiste 11 wird der Bereich der Arbeitskurve 16 des Zwischenhebels 9 mit der Rolle 8 des Schlepphebels 7 eingestellt, der bei einer Umdrehung der Nockenwelle 1 zum Einsatz kommt. Damit wird der Ventilhub und

abhängig davon die Öffnungszeit eines Ventils 5 eingestellt. Die Arbeitskurve 16 des Zwischenhebels 9 ist aus mehreren Einzelbereichen aufgebaut. Beispielsweise beschreibt ein Bereich den sogenannten Nullhub, der durch einen Kreisbogen um den Mittelpunkt der Rolle 13 definiert ist. 5 Daran anschließend kommt ein Bereich, der die Öffnungsrampe definiert, daran anschließend ein Teilhubbereich und ein Völlhubbereich. Alle Einzelbereiche werden durch Übergangsradien miteinander verbunden. Über den gesamten Bereich wird dann ein Spline gelegt, der alle Kurvenbereiche ruckfrei miteinander verbindet. In 10 ähnlicher Weise ist die Kurvenkontur 14 des Kipphebels 4 gestaltet. Durch eine Erhebung der Nockenwelle 1, durch die Kurvenkontur 14 des Kipphebels 4 und durch die Arbeitskurve 16 des Zwischenhebels 9 wird die Öffnungscharakteristik entsprechend Figur 1 des Kurvengetriebes festgelegt.

15 In einem zweiten Ausführungsbeispiel entsprechend Figur 4 ist die Arbeitskurve 16 am Schlepphebel 7 angeordnet und die Rolle 8 ist Bestandteil des Zwischenhebels 9. Der Zwischenhebel 9 stützt sich weiterhin gemäß Figur 4 mit einer kreisförmigen Kontur 19 an der ~~Verstellleiste 11 ab. Diese Kontur kann sich in einer weiteren, nicht~~ 20 näher dargestellten Ausführungsform auch auf einer gleit- oder wälzgelagerten Rolle abstützen.

In einem dritten Ausführungsbeispiel entsprechend Figur 5 weist der Kipphebel 4 eine Rolle 12 auf, die direkt mit der Rolle 13 des Zwischenhebels 9 läuft. Der Zwischenhebel 9 kann axial durch eine 25 Schenkelfeder 17 oder durch eine Kuliße 10 mit einer seitlichen Anlage

21' geführt werden. In einer anderen nicht näher dargestellten Ausführungsform kann die Verstellleiste 11 auch eine andere Kontur; beispielsweise kreisbogenförmig, konkav, aufsteigend und abfallend aufweisen, wobei über die Form der Kontur 19 des Zwischenhebels 9 und der Kontaktkontur 20 der Verstellleiste 11 unter anderem auch das Beschleunigungsverhalten des Ventils 5 der Verbrennungskraftmaschine beeinflusst wird.

In einer weiteren nicht näher dargestellten Ausführungsform können bei einer Verbrennungskraftmaschine mit mehreren Einlass- und Auslassventilen die Ventile mit unterschiedlichen Ventilhuben und damit gekoppelt unterschiedlichen Öffnungszeiten geregelt werden. Dies kann dann durch mehrere Verstellleisten 11 erfolgen, die durch individuelle Aktuatoren geregelt werden. Dabei wird der entsprechende Sollwert durch ein prozessgesteuertes Kennfeld oder durch ein programmgesteuertes Model errechnet. Die Regelung des Ventilhubes kann auch durch mehrere, nicht näher dargestellte Exenterwellen erfolgen. Bei Dieselmotoren kann durch eine individuelle Regelung des Ventilhubes von beispielsweise zwei Einlassventilen der Drall der

Zylinderinnenströmung geregelt werden.

Bei Ottomotoren kann ebenso über die individuelle Regelung von beispielsweise zwei Einlassventilen die Zylinderinnenströmung so eingeregelt werden, dass die Kombination mit einem Kraftstoffeinspritzventil, das den Kraftstoff direkt in den Brennraum einspritzt, in weiten Betriebsbereichen ermöglicht wird. Die Kombination

eines direkt einspritzenden Einlasskraftstoffventils mit einem Ventiltrieb mit untenliegender Nockenwelle eröffnet neue Möglichkeiten in der Anordnung des Kraftstoffeinspritzventils im Brennraum, da eine Einschränkung durch eine obenliegende Nockenwelle nicht vorhanden ist.

Vorteilhafte Varianten der Ausführungsformen werden darin gesehen, dass entweder das Ausgleichselement entfällt, oder dass kein Ventilspielausgleichselement eingesetzt wird und der Zwischenhebel aus Aluminium oder einer Titanlegierung ausgebildet ist.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen werden darin gesehen, dass entweder alle Rollen wälzgelagert sind, oder dass die Rollen wälz- und gleitgelagert sind und dass der Kipphebel wälz- oder gleitgelagert ist.

Eine weitere unter Umständen vorteilhafte Ausführungsform wird darin gesehen, dass keine Ausgleichselemente verwendet werden und das dann das Ventilspiel mechanisch an dem Kipphebel einstellbar ist.

---

Bezugsziffernverzeichnis:

- 1 Nockenwelle
- 2 Ventilspielausgleichselement
- 5 3 Stößelstange
- 4 Kipphebel
- 5 Ventil
- 6 Ausgleichselement
- 7 Schlepphebel
- 10 8 Rolle des Schlepphebels 7
- 9 Zwischenhebel
- 10 Kulisse
- 11 Verstellleiste
- 12 Rolle des Kipphebels 4
- 15 13 Rolle des Zwischenhebels 9
- 14 Kurvenkontur des Kipphebels 4
- 15 Rolle
- 16 Arbeitskurve des Zwischenhebels 9
- ~~17 Schenkelfeder~~
- 20 18 Achse
- 19 Kontur des Zwischenhebels 9
- 20 Kontaktkontur der Verstellleiste 11
- 21 seitliche Anlage der Kulisse

Patentansprüche:

- 5 1. Variable Ventilhubsteuerung für einen Verbrennungsmotor mit  
untenliegender Nockenwelle zur Einstellung eines Ventilhubes und  
einer Öffnungszeit mindestens eines Einlass- und/oder  
Auslassventils last- und drehzahlabhängig sowie zur Abschaltung  
10 einzelner Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, wobei mittels  
Nocken einer Nockenwelle angetriebene Kipp- oder Schwinghebel  
durch den Eingriff in weitere Kipp- oder Schwinghebel das Einlass-  
und Auslassventil betätigen,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass eine untenliegende Nockenwelle (1) mittels einer Stößelstange  
(3) über ein hydraulisches Ventilspielausgleichselement (2) einen  
Kipphebel (4) antreibt, der eine Kurvenkontur (14) aufweist, die auf  
einer Rolle (13) eines Zwischenhebels (9) abläuft, der mittels zweier  
auf einer Achse angeordneter Rollen (15) in fest mit einem  
Zylinderkopf verbundenen Kulissen (10) bewegbar ist, wobei der  
20 ~~Zwischenhebel (9) sich mit einer Kontur an einer in einem Gehäuse~~  
~~geführten Verstellleiste (11) abstützt und mit einer Arbeitskurve (16)~~  
~~auf einer Rolle (8) eines Schlepphebels (7) abrollt und wobei der~~  
~~Schlepphebel (7) mit jeweils endseitig vorgesehen Eingriffsflächen~~  
~~auf ein hydraulisches Ausgleichselement (6) und ein Ventil (5) eines~~  
25 Verbrennungsmotors einwirkt.

2. Variable Ventilhubsteuerung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass mittels einer Verschiebung der Verstellleiste (11) der Bereich der Arbeitskurve (16) des Zwischenhebels (9) eingestellt wird, der mit der Rolle (8) des Schlepphebels (7) bei einer Umdrehung der Nockenwelle (1) zum Einsatz kommt.

3. Variable Ventilhubsteuerung nach Anspruch 1 und 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Arbeitskurve (16) des Zwischenhebels (9) aus mehreren Einzelbereichen aufgebaut ist, die durch Übergangsradien miteinander verbunden sind.

4. Variable Ventilhubsteuerung nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet**

dass die Einzelbereiche so aufgebaut sind, dass ein erster Bereich einen Nullhub, der durch einen Kreisbogen um den Mittelpunkt der Rolle (13) definiert ist, festlegt, daran anschließend einen zweiten Bereich, der die Öffnungsrampe definiert und daran anschließend einen Teilhubbereich und einen Vollhubbereich.

5. Variable Ventilhubsteuerung nach Anspruch 3 und 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass über den gesamten Kurvenbereich (16) eine Spline gelegt wird, um die Kurvenbereiche ruckfrei miteinander zu verbinden.



6. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass durch eine Erhebung der Nockenwelle (1) durch die Kurvenkontur (14) des Kipphebels (4) und durch die Arbeitskurve (16) des Zwischenhebels (9) die Öffnungscharakteristik des Ventils festlegbar ist.

7. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Arbeitskurve (16) auf dem Schlepphebel (7) angeordnet ist und die Rolle (8) Bestandteil des Zwischenhebels (9) ist.

8. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Kipphebel (4) eine zusätzliche Rolle (12) aufweist, die in direkter Verbindung mit der an der Kulisse (10) des Kipphebels (4) ablaufenden Rolle (13) des Zwischenhebels (9) steht.

~~9. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,~~

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Zwischenhebel (9) axial durch eine Schenkelfeder (17) oder durch eine Kulisse (10) mit einer seitlichen Anlage (21) geführt ist.

10. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Zwischenhebel (9) sich mit einer kreisförmigen Kontur (19)  
an der Verstellleiste (11) abstützt.

5

11. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Zwischenhebel (9) sich mit einer kreisförmigen Kontur (19)  
auf einer gleit- oder wälzgelagerten Rolle abstützt.

10

12. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verstellleiste (11) eine Kontaktkontur (20), insbesondere  
kreisbogenförmig, konkav, aufsteigend und abfallend aufweist.

15

13. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für Verbrennungskraftmaschine mit mehreren Einlass- und  
Auslassventilen die Regelung der Ventile mit unterschiedlichen  
Ventilhüben und damit gekoppelt unterschiedlichen Öffnungszeiten,  
durch mehrere Verstellleisten (11) erfolgt, die durch individuelle  
Aktuatoren regelbar sind und wobei der entsprechende Sollwert  
durch ein prozessgesteuertes Kennfeld oder durch ein  
programmgesteuertes Modell errechnet wird.

20

25

14. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass bei Otto- und Dieselmotoren durch eine individuelle Regelung des Ventilhubes von insbesondere zwei Einlassventilen der Drall der Zylinderinnenströmung regelbar ist.

15. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass das Ausgleichselement (6) entfällt.

16. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass kein Ventilspielausgleichselement (2) vorgesehen ist.

17. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Zwischenhebel (9) aus Aluminium oder Titanlegierung ausgebildet ist.

18. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Rollen (8,12,13,15) wälzgelagert sind.

19. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rollen (8,12,13,15) wälz- und gleitgelagert sind.

5

20. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Kipphebel (4) wälz- oder gleitgelagert ist.

10

21. Variable Ventilhubsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass keine Ausgleichselemente (2,6) vorgesehen sind, wobei das  
Ventilspiel mechanisch am Kipphebel (4) einstellbar ist.

15

– hierzu 3 Blatt Zeichnungen –

### Zusammenfassung

Um eine variable Ventilhubsteuerung für einen Verbrennungsmotor mit  
5 untenliegender Nockenwelle zur Einstellung eines Ventilhubes und  
einer Öffnungszeit mindestens eines Einlass- und/oder Auslassventils  
last- und drehzahlabhängig sowie zur Abschaltung einzelner Zylinder  
einer Verbrennungskraftmaschine, wobei mittels Nocken einer  
Nockenwelle angetriebene Kipp- oder Schwinghebel durch den Eingriff  
10 in weitere Kipp- oder Schwinghebel das Einlass- und Auslassventil  
betätigen, zu schaffen, mit der der Ventilhub mindestens eines Einlass-  
und/oder Auslassventils last- und drehzahlabhängig eingeregelt werden  
kann, gleichzeitig mit dem Ventilhub gekoppelt auch die Öffnungszeit  
des Ventils eingeregelt wird und zusätzlich durch die Einstellung eines  
15 Nullhubs der Ventile einzelne Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine  
abschaltbar sind, um den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren, wird  
vorgeschlagen, dass eine untenliegende Nockenwelle (1) mittels einer  
Stößelstange (3) über ein hydraulisches Ventilspielausgleichselement  
(2) einen Kipphebel (4) antreibt, der eine Kurvenkontur (14) aufweist,  
20 die auf einer Rolle (13) eines Zwischenhebels (9) abläuft, der mittels  
zweier auf einer Achse angeordneter Rollen (15) in fest mit einem  
Zylinderkopf verbundenen Kulissen (10) bewegbar ist, wobei der  
Zwischenhebel (9) sich mit einer Kontur an einer in einem Gehäuse  
geführten Verstellleiste (11) abstützt

und mit einer Arbeitskurve (16) auf einer Rolle (8) eines Schlepphebels  
(7) abrollt und wobei der Schlepphebel (7) mit jeweils endseitig  
vorgesehen Eingriffsflächen auf ein hydraulisches Ausgleichselement (6)  
5 und ein Ventil (5) eines Verbrennungsmotors einwirkt.

Figur 2

10

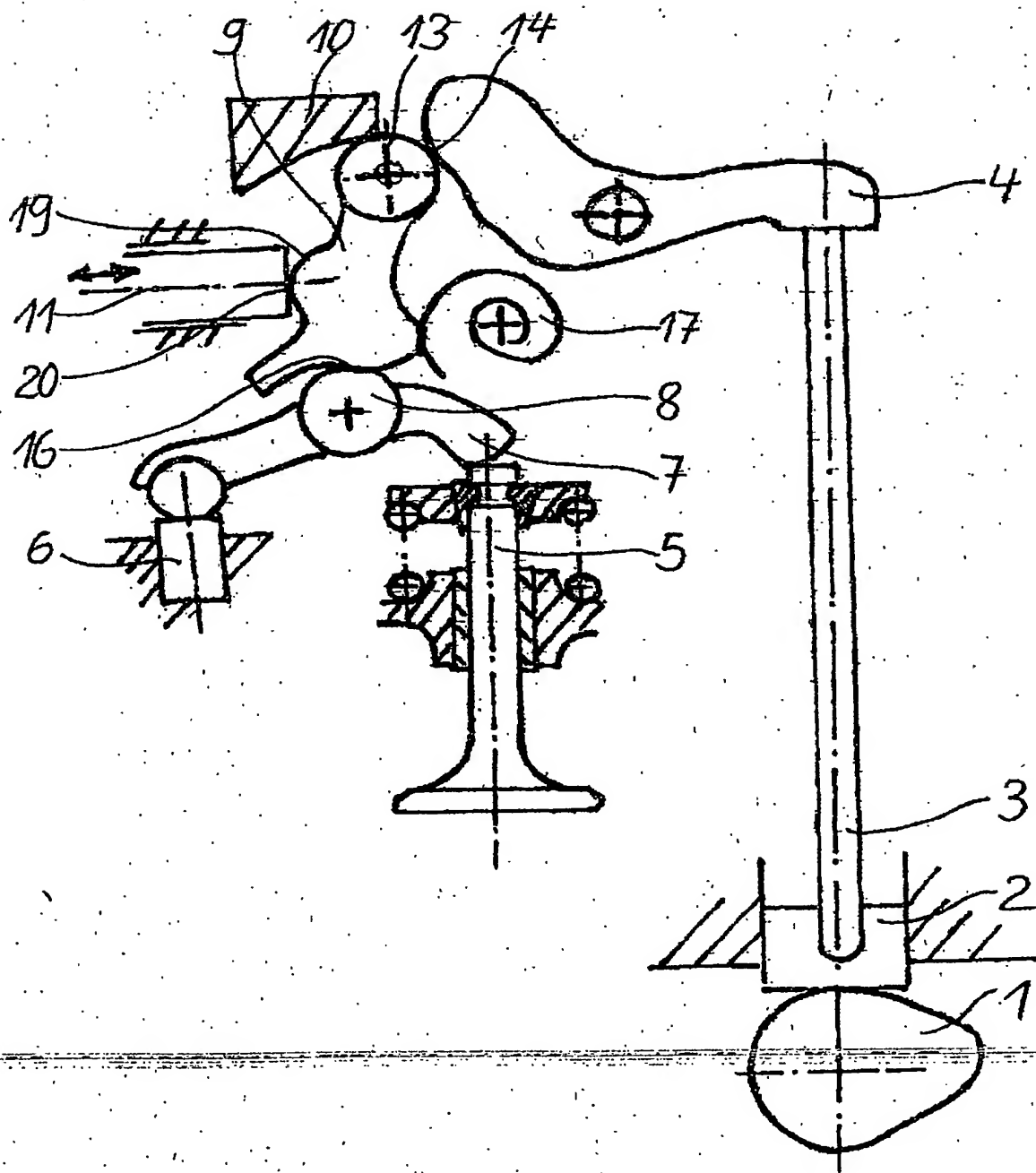


Fig. 2

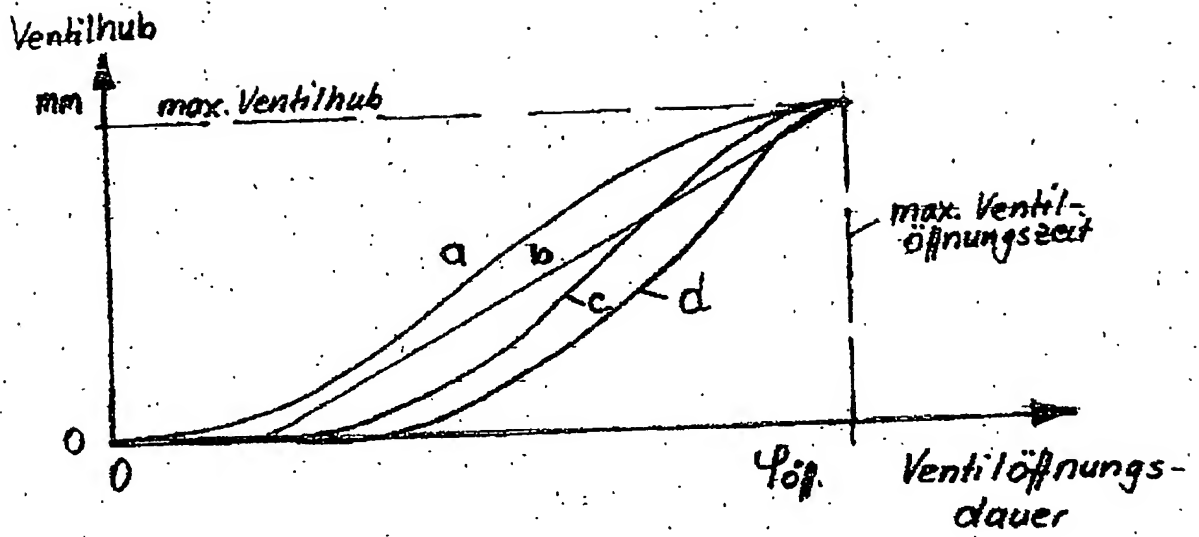


Fig. 1

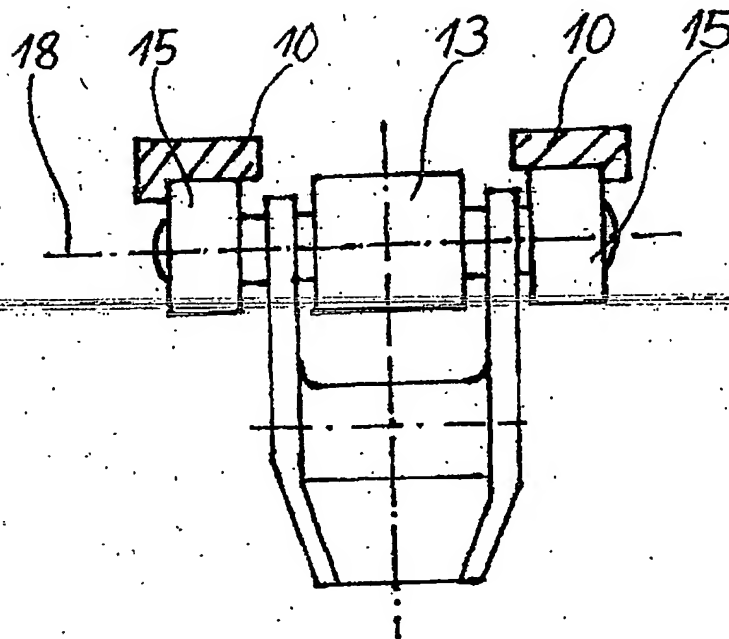


Fig. 3



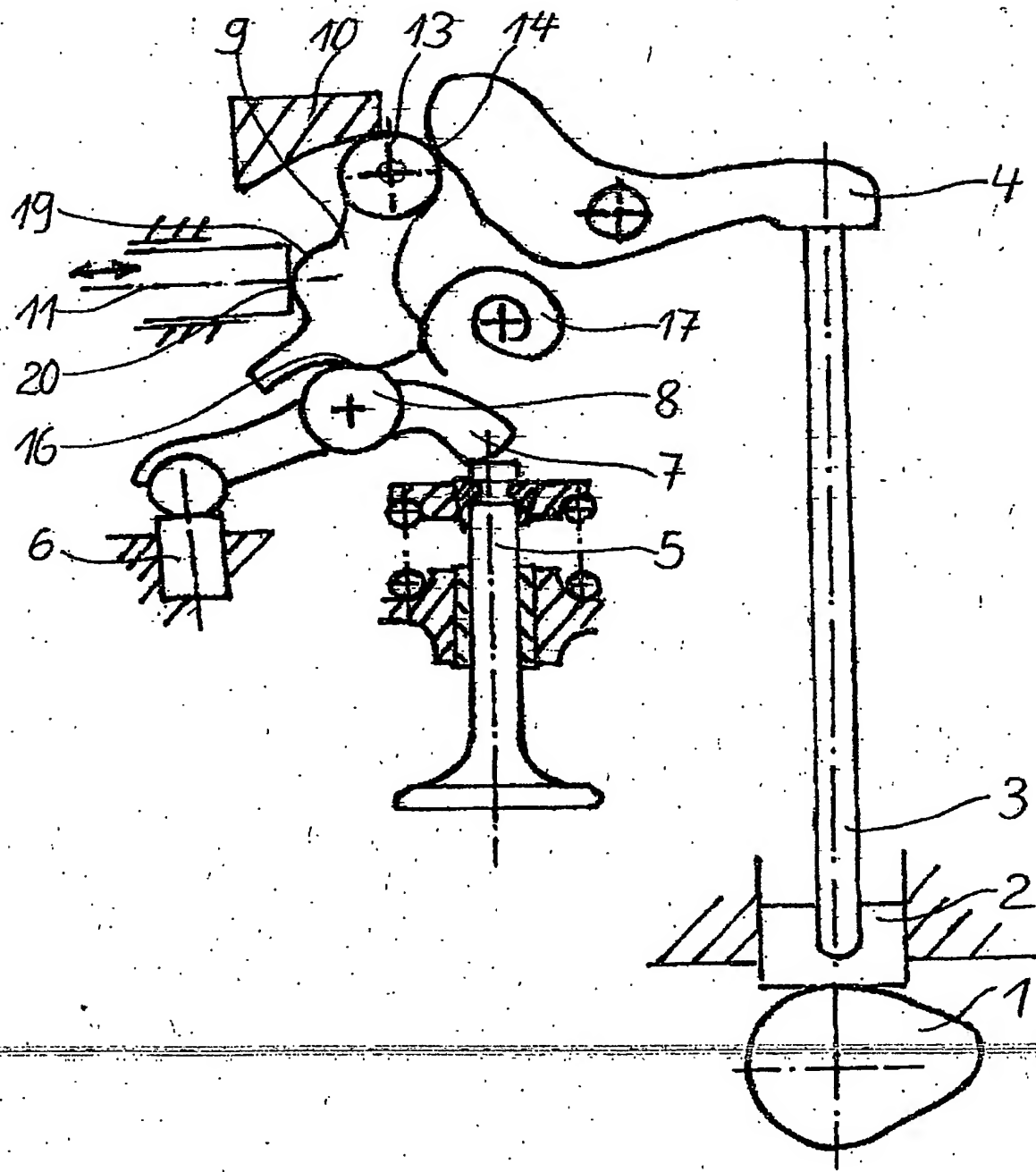


Fig. 2

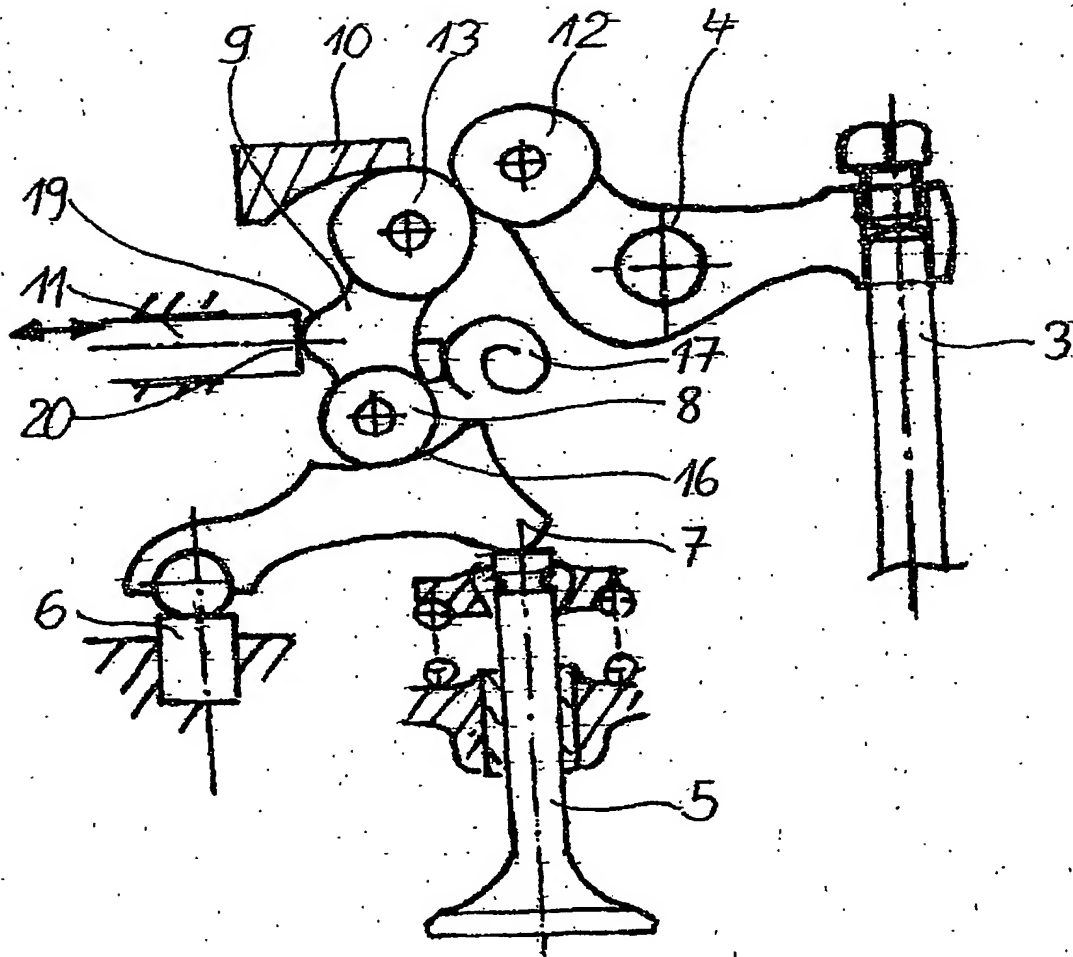


Fig. 4

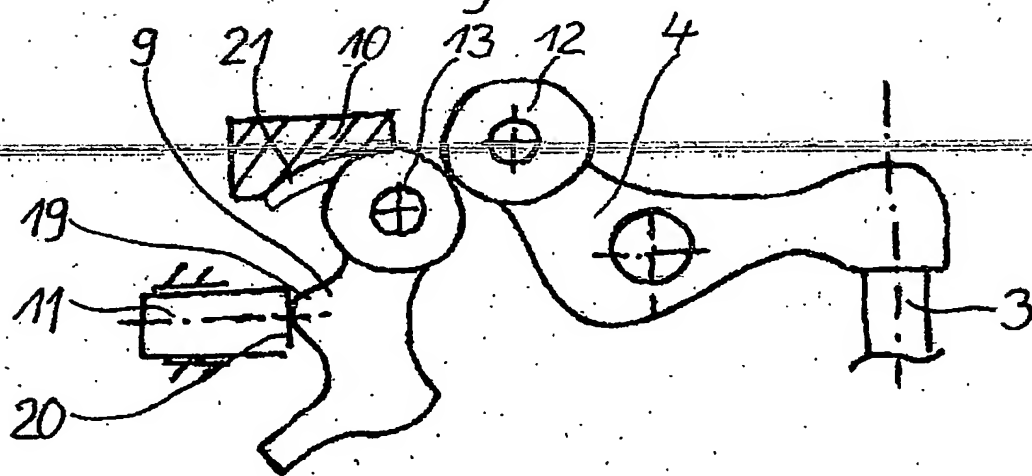


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**